

*На правах рукописи*



**ПУШКАРЁВА ВЕРОНИКА ИГОРЕВНА**

**ВЛИЯНИЕ КАЛИБРОВАНИЯ СЕМЯН НА МОРФО-  
БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ И АДАПТИВНЫЕ  
СВОЙСТВА ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ  
В ЛЕСОСТЕПИ ЦЧР**

**специальность 06.01.05 – селекция и семеноводство  
сельскохозяйственных растений**

**АВТОРЕФЕРАТ**

**на соискание ученой степени кандидата  
сельскохозяйственных наук**

**Воронеж–2020**

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I»

**Научный руководитель:** доктор с.-х. наук, доцент  
**Голева Галина Геннадьевна**

**Официальные оппоненты:** **Чайкин Владимир Васильевич**, доктор с.-х. наук, ФГБНУ «Воронежский ФАНЦ им. В.В. Докучаева», врио директора

**Лящева Светлана Витальевна**, кандидат с.-х. наук, ФГБНУ "НИИСХ Юго-Востока", руководитель селекционного центра

**Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина»

Защита диссертации состоится 20 января 2021 года в 12<sup>00</sup> на заседании диссертационного совета Д 220.010.03, созданного на базе ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, по адресу: 394087. г. Воронеж, ул. Мичурина, 1, ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, ауд. 268.

Тел/факс: 8(473)253-86-51; E-mail: [d220.010.03@mail.ru](mailto:d220.010.03@mail.ru).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, на сайте университета <http://www.ds.vsau.ru> и на сайте ВАК Министерства науки и высшего образования РФ <http://www.vak3.ed.gov.ru>

Автореферат размещен 18 ноября 2020 г., разослан 24 ноября 2020 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Т.Г. Ващенко

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность проблемы.** Основой реализации биологического потенциала озимой мягкой пшеницы является качественный посевной материал. Семена как биологический объект, являются главными носителями хозяйственных признаков растений, поэтому от их посевных качеств и урожайных свойств зависят величина и качество урожая (Фирсова Т.И., Лысенко А.А., 2009). При этом качественные показатели семян определяются не только генетическими особенностями, но и, в немалой степени, зависят от семеноводства, которое обеспечивает сохранение всех хозяйственно полезных признаков сорта в процессе выращивания семян и их предпосевной подготовки (Новикова А.В., 2016).

В связи с этим изучение закономерностей изменчивости и сопряженности основных морфо-биологических и хозяйственных признаков озимой пшеницы, поиск методов, позволяющих подготавливать, сохранять и быстро размножить ценный и дефицитный семенной материал при производстве оригинальных семян, является актуальным.

**Степень разработанности темы.** Влияние сроков посева на морфо-биологические особенности и урожайность озимой пшеницы было предметом изучения многих исследователей (Уланова Е.С., 1975; Халилов Н., 1994; Петрова Л.Н., 2000; Грабовец А.И., 2007; Черкашин В.Н., 2008; Квасов Н.А., 2010; Желнакова Л.И., 2011; Антонов С.А., 2012; Зотиков В.И., 2012; Комаров Н.М., 2013; Найденов А.С., 2015 и др.).

Исследования по изучению зависимости урожайности от массы 1000 зерен, выравненности, плотности семян, их линейных параметров и удельного веса активно проводили В.Я. Юрьев, 1940; Н.Н. Кулешов, 1963; И.Г. Строна, 1966; В.В. Austin, 1967; Н.К. Ижик, 1976; И.В. Антонов, 1988; А.М. Фоканов, 1989; Т.Е. Кузнецова, 2012; Н.М. Макрушин, 2018 и др. Было показано актуальное методологическое, теоретическое и практическое значение способов повышения урожайных свойств озимой пшеницы. Однако ряд вопросов о влиянии сроков посева и способов калибрования семян на формирование морфо-биологических признаков растений, урожайных и особенно адаптивных свойств озимой пшеницы по-прежнему остаются недостаточно проработанными.

Некоторые опубликованные данные носят противоречивый, дискуссионный характер, что и предопределило выбор направления, цели и задач нашего исследования.

**Цель исследований** – определить влияние варианта калибровки семян озимой мягкой пшеницы и срока посева на урожайность семян и адаптивные свойства сорта в условиях лесостепи ЦЧР.

Для достижения поставленной цели необходимо решение ряда логически взаимосвязанных **задач**:

1. Провести анализ морфо-биологических признаков озимой мягкой пшеницы в разные фазы развития растений в зависимости от варианта калибровки семян.

2. Определить влияние варианта калибровки семян на сопряженность морфо-биологических и хозяйственных признаков у озимой мягкой пшеницы.

3. Оценить адаптивные свойства сорта озимой мягкой пшеницы АЛАЯ ЗАРЯ в зависимости от варианта калибровки семян.

**Научная новизна.** Проведена комплексная оценка влияния калибровки семян озимой мягкой пшеницы на формирование морфо-биологических признаков и свойств растений в разные фазы вегетации, на основе которой предложены рекомендации по рациональному применению агроприемов, способствующих повышению урожайности семян в условиях лесостепи ЦЧР.

Впервые проведена сравнительная оценка хозяйственно ценных признаков озимой пшеницы, при посеве семенами фракций, которые получены с использованием разных машин и принципов калибровки.

Впервые для калибровки семян озимой мягкой пшеницы апробирован сепаратор с принципиально новым рабочим органом для разделения партии семян по геометрическим параметрам (экспериментальный образец).

С помощью корреляционного анализа определено влияние разных вариантов калибровки семян на сопряженность морфо-биологических и хозяйственных признаков растений озимой пшеницы, которую следует учитывать при ведении первичного семеноводства культуры в условиях региона.

Установлено влияние калибрования семян на формирование густоты продуктивного стеблестоя, высоту растений, продуктивность, что необходимо учитывать при семеноводстве озимой пшеницы в лесостепи ЦЧР.

Методом множественного регрессионного анализа установлен различный вклад элементов продуктивности в показатель урожайности зерна в зависимости от варианта калибрования семян, что следует учитывать при разработке приемов первичного семеноводства.

Установлено влияние калибрования на адаптивные свойства сорта озимой пшеницы, что является основой при разработке технологии выращивания семян высоких репродукций в условиях региона.

**Практическая значимость работы.** Установлено существенное влияние вариантов калибрования семян озимой мягкой пшеницы на формирование хозяйственно-биологических признаков сорта (урожайность, масса зерна растения, число продуктивных побегов, высота растений и др.)

Даны рекомендации по совершенствованию приемов первичного семеноводства озимой пшеницы в условиях региона с учетом сопряженности морфо-биологических признаков растений с продуктивностью.

Установлено существенное влияние сроков посева на урожайность в зависимости от варианта калибрования семян озимой мягкой пшеницы в условиях лесостепи ЦЧР.

На основании данных о реакции растений озимой пшеницы при разных вариантах калибрования на условия вегетации даны рекомендации по использованию семян разных фракций с учетом технологии выращивания культуры.

Материалы диссертационной работы используются в учебном процессе на факультете агрономии, агрохимии и экологии Воронежского ГАУ при преподавании дисциплин: Селекция и семеноводство, Семеноводство и семеноведение. Данные исследований используются для реализации потенциала семенной продуктивности при производстве оригинальных семян озимой мягкой пшеницы сорта АЛАЯ ЗАРЯ в отделе первичного семеноводства УНТЦ «Агротехнология» (справки о внедрении содержатся в приложении к диссертации).

**Методология и методы исследований.** Методология исследований включает изучение научных трудов отечественных и зарубежных авторов, использование следующих методов исследования: теоретические – статистический анализ и обработка результатов исследований; эмпирические – полевые и лабораторные исследования, цифровое, текстовое и графическое отображение полученных результатов.

**Основные защищаемые положения:**

1. Установленные особенности формирования морфо-биологических признаков у озимой мягкой пшеницы в разные фазы развития растений в зависимости от варианта калибровки семян и срока посева позволяют оценить их влияние на урожайность зерна и повышение продуктивности семенных посевов.

2. Изменение сопряженности признаков у озимой мягкой пшеницы в результате калибровки семян позволяет совершенствовать приемы первичного семеноводства сорта в условиях региона.

3. Различия в адаптивных свойствах сорта, обусловленные вариантами калибровки семян, позволяют определить оптимальные технологические приёмы выращивания озимой мягкой пшеницы на семена в лесостепи ЦЧР.

**Степень достоверности и апробация работы.** Достоверность результатов исследований подтверждена большим объемом экспериментальных данных, полученных в лабораторных и полевых условиях. Исследование выполнено с использованием современных методов статистической обработки экспериментальных данных в программах Microsoft Excel 2007, Statistica 6.1.

Материалы исследований докладывались автором на научной и учебно-методической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ (Воронеж, 2015); Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Инновационные технологии и технические средства для АПК» (Воронеж, 2016); международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию Воронежского государственного аграрного университета «Агротехнологии XXI» (Воронеж, 2017, 2018); Всероссийской научно-практической конференции «Инновационные решения молодых ученых в аграрной науке» (Воронеж, 2019).

**Личный вклад автора.** Автор принимала участие в разработке программы, схемы, методов, планировании и проведении исследований, анализе и обобщении полученных данных, их математической обработке, формулировании выводов, в подготовке публикаций по теме исследования, оформлении диссертационной работы и автореферата.

**Публикации.** По материалам диссертационной работы опубликовано 15 научных работ, в том числе 3 статьи в журналах, рекомендованных перечнем ВАК, 1 статья индексируется Scopus.

**Объем и структура диссертации.** Диссертационная работа изложена на 194 страницах текста компьютерной верстки, иллюстрирована 35 таблицами, 8 рисунками и состоит из введения, 4 глав, заключения, рекомендаций для первичного семеноводства, списка литературы, который включает 206 наименований, в том числе 4 иностранных авторов, содержит 5 приложений (приложение А – таблицы 1-5; приложение Б – таблицы 1-26; приложение В – таблицы 1-12; приложение Г – 2 справки о внедрении).

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **1. УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ**

Исследования проводили на полях кафедры селекции, семеноводства и биотехнологии ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. Опытный участок расположен в северо-западной части лесостепной зоны Воронежской области (г. Воронеж).

Почвенный покров участка однородный и представлен черноземом выщелоченным среднесиловым, пригодным для проведения опытов и получения достоверных данных.

Агротехника в опыте – общепринятая для ЦЧР. Предшественник – чистый пар, норма высева – 5 млн шт. всхожих семян на 1 га. Закладку опыта, учеты и наблюдения, лабораторно-сноповой анализ растений проводили по методическим указаниям ВИР (Градчанинова О.Д., 1985), Госсортоиспытания (Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур, 1983) и Посыпанова Г.С. (1991). Учетная площадь делянки – 4 м<sup>2</sup>, размещение делянок – систематическое, повторность – 3-кратная. Опыт двухфакторный: 1-й фактор – вариант калибровки семян, 2-й фактор – срок посева. Посев проводили в три срока, начиная с первой декады сентября с интервалом в 10 дней. Объект исследований – семена и посевы се-

мян озимой мягкой пшеницы сорта АЛАЯ ЗАРЯ селекции Воронежского ГАУ (районирован по 5-му региону с 2010 г.).

#### СХЕМА ОПЫТА

Номер		Способ калибрования	Фракция семян
п/п	варианта		
1.	К – контроль сортированные, некалиброванные семена		
2.	Р 2.2	решета	сход семян с решет: Ø 2.2×30 мм то же Ø 2.5×30 мм то же Ø 3.0×30 мм
3.	Р 2.5		
4.	Р 3		
5.	СВ 1	сепаратор безрешетный	первая
6.	СВ 2		вторая
7.	СВ 3		третья
8.	СВ 4		четвертая
9.	САД 2	сепаратор	вторая
10.	САД 3	аэродинамический	третья

Материалом для исследований послужили результаты лабораторных и полевых опытов. Посев проводили сеялкой ССФК-7, уборку урожая – прямым комбайнированием (TERRION SR 2010). Учёт урожайности зерна вели весовым способом после приведения к 100% чистоте и базисной влажности.

Определение массы 1000 зерен проводили по ГОСТ 10842-89, энергии прорастания и всхожести – по ГОСТ 12038-84. Для измерения длины и массы проростков семена озимой пшеницы проращивали в термостате при температуре 19-20°C в чашках Петри, повторность четырехкратная (по 100 зерен), измерения проводили через 8 дней после начала проращивания семян. Из каждой повторности отбирали подряд по 25 шт. нормально проросших семян, длину проростков измеряли линейкой от основания ростка с точностью до 1 мм, массу каждого ростка определяли на весах с точностью до 1 мг.

Биометрический анализ растений проводили в конце периода осенней вегетации, в фазе весеннего кущения и выхода в трубку. Объем выборки – 30 растений. Определяли: число побегов и листьев, массу надземной части растений, глубину залегания узла кущения, размер конуса нарастания, этап органогенеза с помощью стереоскопического микроскопа МБС-10.

В фазе выхода в трубку определяли: число побегов, массу растения. Анализ структуры урожайности проводили по пробным снопам, с двух смежных рядков длиной 83,3 см, в каждом из них отби-

рали подряд по 20 растений. Определяли общую и продуктивную кустиность, высоту растений, длину колоса главного побега, число колосков в колосе главного побега, число зерен главного побега и побегов кущения, массу 1000 зерен главного побега и побегов кущения, массу зерна главного побега, побегов кущения.

Статистический анализ проводили с помощью пакета Statistica 6.1. Показатель гомеостатичности (Hom) оценивали по методике Хангильдина В.В. (1981), коэффициент регрессии ( $R_i$ ) – по методу главной оси в изложении Конюс А.А. (1950).

## **2. ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ**

В обеспечении высокой и стабильной по годам урожайности важную роль играет прогнозирование продуктивности растений по посевным качествам семян, основой которого является выявление сопряженности между разными элементами того или иного процесса (Макрушин Н.М., 2012).

Получаемые фракции семян в наших опытах различались по массе 1000 зерен. Ежегодно наиболее крупными были семена на вариантах калибрования Р 2.5, Р 3, СВ 4. Для формирования дружных всходов, их равномерного развития семена должны быть выровненными. Нами установлено, что наименьшей изменчивостью массы зерновки характеризовались варианты Р 2.5, Р 3, СВ 3, СВ 4, что свидетельствует о том, что с увеличением крупности зерна семенная партия становится более однородной.

На посевные качества семян варианты калибрования и сроки посева оказывали достоверное влияние, но наибольшим было влияние взаимодействия факторов «фракция семян × условия вегетации», что подтверждено данными дисперсионного анализа.

Стабильно высокой энергией прорастания (более 90%) характеризовались семена фракции СВ 2, стабильно высокие показатели лабораторной всхожести были отмечены на варианте САД 2 (более 95%), на вариантах СВ 3, СВ 4 максимальные значения этих показателей наблюдали в 2015 г., что свидетельствует об индивидуальной реакции растений на условия вегетации.

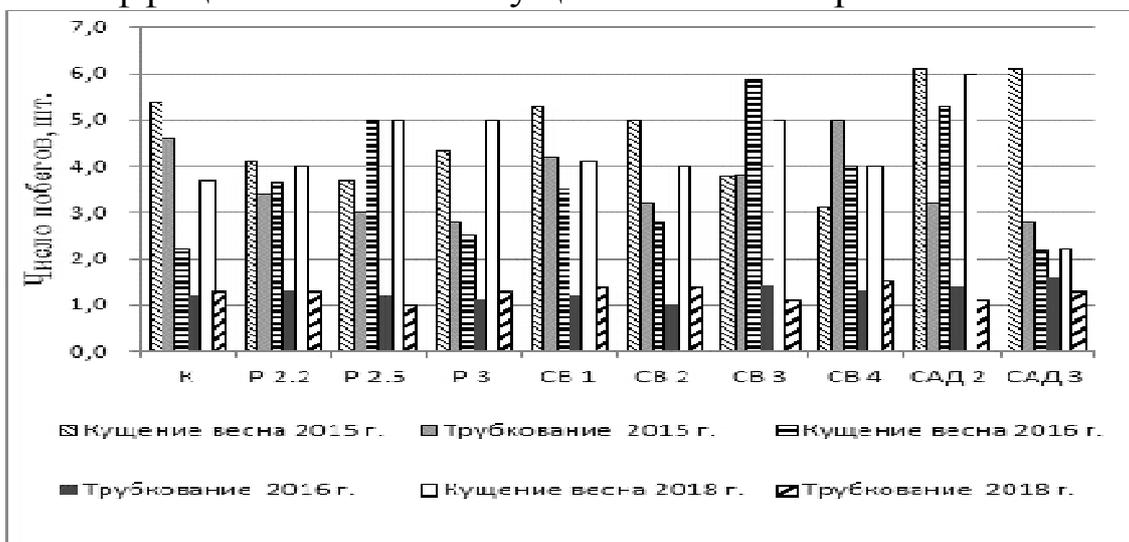
С увеличением крупности семян отрицательная сопряженность массы 1000 зерен и посевных качеств усиливается (от  $r=-0,54$  до  $r= - 0,73$ ). Поэтому, при использовании на посев семян крупных фракций (Р3, СВ 3, СВ 4), необходимо проводить тщательный контроль их посевных качеств.

### 3. ФОРМИРОВАНИЕ МОРФО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

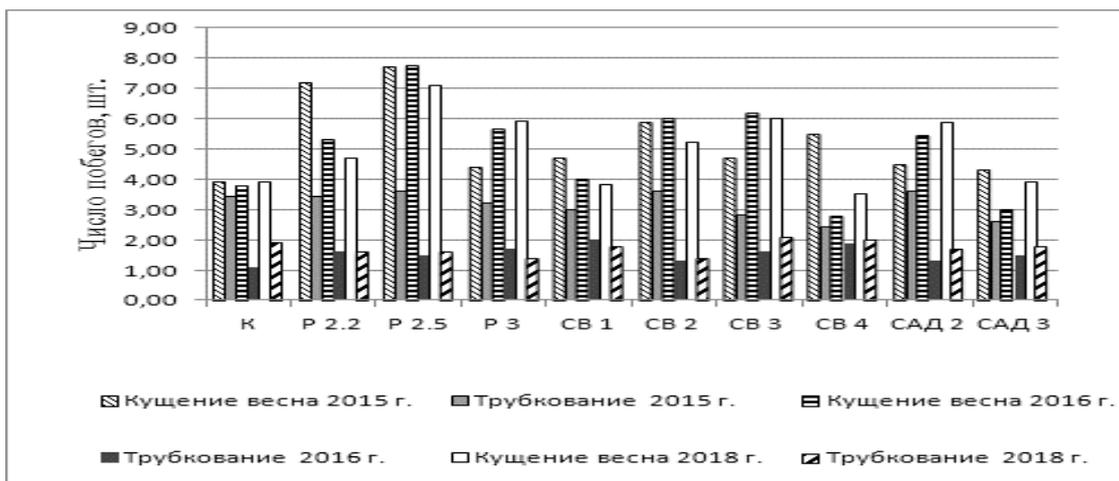
Продуктивность растений, их рост и развитие зависят от состояния посевов в предзимний период, степени закалки, условий перезимовки и от времени возобновления весенней вегетации (Гладышева О.В., 2001). Озимая пшеница способна куститься как в осенний, так и в весенний периоды. Способность к интенсивному побегообразованию в ранневесенний период особенно важна для растений озимой пшеницы, сильно поврежденных в зимний период (Грабовец А.И., 2007).

Из результатов наших исследований следует, что калибрование семян и срок посева оказывают достоверное влияние на морфо-биологические признаки растений озимой мягкой пшеницы. Так, в среднем по опыту растения на разных вариантах калибрования семян существенно различались по показателю числа побегов в фазе весеннего кущения, в дальнейшем, начиная с фазы выхода в трубку, различия сглаживались (см. рис.).

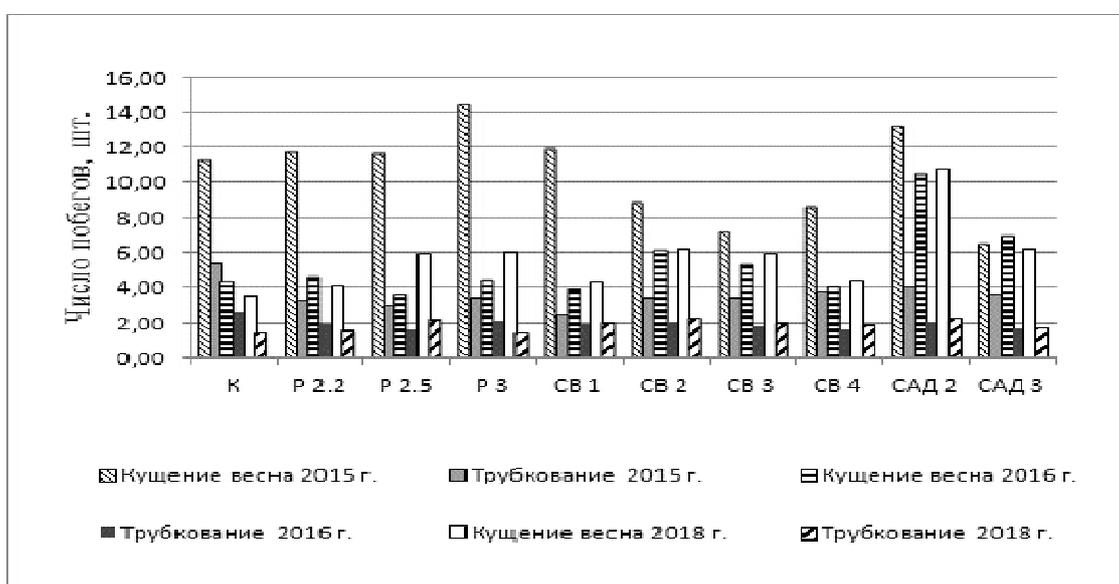
Результаты корреляционного анализа свидетельствуют о том, что у растений на посеве варианта СВ 4 наблюдается отрицательная связь числа побегов кущения в период осеннего развития со всеми элементами продуктивности побега кущения и массой зерна растения (от  $r=-0,13$  до  $r=-0,50$ ); на варианте Р 2.5 – с числом зерен побегов кущения и массой зерна растения (от  $r=-0,03$  до  $r=-0,18$ ). Поэтому необходимо крайне осторожно использовать агротехнические приемы, способствующие увеличению коэффициента осеннего кущения на этих вариантах.



срок посева I декада сентября



срок посева II декада сентября



срок посева III декада сентября

Рис. Число побегов у растений озимой пшеницы в фазе выхода в трубку в зависимости от срока посева

На посевах семян вариантов P 2.2, P 3, САД 3, СВ 1, СВ 3 необходимо наоборот создавать условия, способствующие кущению, поскольку здесь обнаружена положительная связь числа побегов кущения в осенний период развития с элементами продуктивности (от  $r=0,12$  до  $r=0,77$ ).

Наличие положительной связи числа побегов кущения в весенний период развития с элементами продуктивности на вариантах P 2.5, P 3, САД 2, СВ 2, СВ 3 (от  $r=0,10$  до  $r=0,85$ ), позволило заключить, что для растений на этих вариантах необходимо создавать условия, обеспечивающие весеннее кущение, в отличие от посевов вариантов калибрования, где отмечена отрицательная

связь числа побегов кущения с элементами продуктивности – варианты Р 2.2, Сад 3, СВ 1 (от  $r=-0,12$  до  $r=-0,75$ ).

В качестве параметра биологического контроля за растениями в агроценозе в конце периода осенней вегетации используют длину конуса нарастания. Многие ученые отмечают связь между величиной конуса нарастания в конце осенней вегетации и зимостойкостью озимой пшеницы (Куперман Ф.М., 1971; Рыбакова М.И., 1975). По мнению Н.А. Сабатина (1989), оптимальные размеры конуса нарастания должны находиться в пределах от 0,12 до 0,35 мм. По мнению Г.Г. Голевой (2016), в условиях Воронежской области зимостойкость культуры резко снижается при переходе к III этапу органогенеза, при этом значительно увеличивается размер конуса нарастания (более 0,5 мм).

При смещении сроков посева в сторону позднего, у растений на большинстве вариантов калибрования семян, отмечено уменьшение длины конуса нарастания в период осеннего кущения. Ежегодно больший размер конуса нарастания отмечен у растений из семян крупных фракции СВ 4 при посеве в I (более 0,35 мм) и II декадах сентября (более 0,24 мм). Наибольшее влияние на размер конуса нарастания в осенний период оказывает фактор «фракция» семян у растений при 1-м и 2-м сроках посева, а при 3-м – размер конуса зависел от индивидуальной реакции варианта калибрования семян на условия вегетации.

При посеве семян всех вариантов установлена положительная сопряженность длины конуса нарастания перед уходом в зиму с биометрическими показателями растений озимой пшеницы в фазе весеннего кущения (число побегов, надземная биомасса растений, длина конуса нарастания) и высотой созревших растений.

Установлено наличие специфических корреляций длины конуса нарастания в фазе весеннего кущения с элементами продуктивности: на варианте САД 2 сопряженность была самой слабой и недостоверной положительной с числом неразвитых колосков колоса главного побега ( $r=0,52$ ); на варианте Р 3 отмечена наиболее слабая недостоверная отрицательная связь ( $r=-0,43$ ) с числом зерен и массой зерна ( $r=-0,25$ ) главного побега и наиболее тесная положительная связь с озерненностью побегов кущения ( $r=0,80$ ).

Известно, что чем глубже залегает узел кущения, тем выше зимостойкость растений. Однако из-за наличия отрицательной связи между глубиной залегания узла кущения и элементами продуктивности (от  $r=-0,05$  до  $r=-0,93$ ) совместить зимостойкость и урожайность в одном генотипе очень сложно.

В наших экспериментах только у растений на вариантах посева семян СВ 3 и СВ 4 коэффициенты корреляции между глубиной залегания узла кущения и элементами продуктивности не превышали  $r=-0,47$  и были недостоверными. Таким образом, при использовании на посев семян этих вариантов, можно несколько ослабить отрицательную сопряженность показателей зимостойкости и продуктивности.

#### **4. ВЛИЯНИЕ КАЛИБРОВАНИЯ НА ЭЛЕМЕНТЫ СТРУКТУРЫ УРОЖАЙНОСТИ И АДАПТИВНЫЕ СВОЙСТВА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ**

Практически на всех вариантах при увеличении продуктивной кустистости мы отмечали повышение продуктивности растений за счет формирования большего числа побегов. Только у растений из семян фракции СВ 4 этого практически не было (масса зерна растения в зависимости от числа побегов изменялась несущественно – от 3,8 до 4,5 г). Поэтому семена этого варианта калибрования, по нашему мнению, целесообразно использовать для размножения новых сортов, когда из-за дефицита семян приходится использовать пониженные нормы высева, что неизбежно приводит к повышению коэффициента кущения и увеличению доли мелких семян.

Только на двух вариантах калибрования (СВ 4 и САД 2) отмечен устойчивый тренд снижения высоты растений при смещении сроков посева, на остальных вариантах это наблюдалось только в отдельные годы. Ежегодно практически на всех вариантах опыта меньшей высотой характеризовались растения в посевах 3-го срока сева.

Варианты опыта различались по сопряженности высоты растений с продуктивностью. Так, на вариантах, где разделение семян проводили по аэродинамическим свойствам (САД 2 и САД 3), связь была отрицательной и она усиливалась с увеличе-

нием крупности семян (от  $r=-0,51$  до  $r=-0,65$ ). На вариантах, где калибрование семян проводили на безрешетном сепараторе (СВ1, СВ 2, СВ 3, СВ 4), с повышением крупности зерен, связь высоты с продуктивностью слабела, а на варианте СВ 4 изменялась на отрицательную ( $r=-0,25$ ). Обратная тенденция отмечена на вариантах, калибрование которых проводили на решетках (Р 2.2, Р 2.5, Р 3).

Мы пришли к заключению, что в лесостепи ЦЧР при посеве озимой пшеницы в конце сентября целесообразно использование семян тех фракций, у которых имеется отрицательная связь высоты растений с продуктивностью (Р 2.2, Р 2.5, СВ 4, САД 2, САД 3), что, возможно, обеспечит меньшее снижение продуктивности растений при снижении их высоты.

Установлено наличие положительной связи между массой 1000 зерен и продуктивностью растения (от  $r=0,13$  до  $r=0,38$ ), а у побегов кущения она была более тесной (от  $r=0,29$  до  $r=0,52$ ).

Стабильно высокой массой 1000 зерен (не менее 40 г) колоса главного побега характеризовались растения на варианте посева фракции СВ 4, независимо от срока и года посева, что позволяет нам считать, что при позднем посеве в условиях региона целесообразно высевать семена этой фракции.

Достоверно значимый вклад в продуктивность растений озимой пшеницы на всех вариантах опыта вносили элементы продуктивности побегов кущения. При этом на вариантах, полученных с помощью решет, с повышением крупности семян увеличивалось и число элементов, вносящих достоверно значимый вклад в продуктивность (табл. 1).

На вариантах СВ 1 и СВ 2 формирование продуктивности происходило схожим образом. На варианте СВ 3 продуктивность формировалась в основном за счет элементов продуктивности побегов кущения, а на варианте СВ 4 – за счет всех элементов, кроме озерненности колоса главного побега. При этом на вариантах СВ 3 и СВ 4 главную роль играла озерненность колоса побега кущения.

Таблица 1. Величина вклада элементов в продуктивность растений озимой пшеницы (коэффициент Бета)

Вариант	Коэффициент Бета			
	Число зерен колоса побега, шт.		Масса 1000 зерен колоса побега, г	
	главного	кущения	главного	кущения
К	<b>0,20</b>	<b>0,28</b>	0,13	<b>0,18</b>
Р 2.2	0,11	<b>0,33</b>	0,05	<b>0,39</b>
Р 2.5	<b>0,17</b>	<b>0,17</b>	0,11	<b>0,30</b>
Р 3	<b>0,17</b>	<b>0,23</b>	<b>0,17</b>	<b>0,24</b>
СВ 1	<b>0,31</b>	<b>0,19</b>	-0,05	<b>0,35</b>
СВ 2	<b>0,26</b>	<b>0,33</b>	0,10	<b>0,20</b>
СВ 3	0,06	<b>0,38</b>	0,09	<b>0,17</b>
СВ 4	-0,04	<b>0,47</b>	<b>0,15</b>	<b>0,20</b>
САД 2	<b>0,24</b>	<b>0,19</b>	<b>0,20</b>	<b>0,29</b>
САД 3	<b>0,18</b>	<b>0,33</b>	0,07	<b>0,29</b>

Примечание. Выделены достоверные на 5% уровне значимости коэффициенты Бета.

Урожайность семян по данным дисперсионного анализа зависела от всех изучаемых факторов, однако наиболее сильное влияние оказывали условия вегетации. Ежегодно при рекомендуемом в ЦЧР сроке посева озимой мягкой пшеницы в I декаде сентября, достоверно высокой урожайностью зерна характеризовался вариант при посеве семенами фракции СВ 4 (от 58,9 ц/га в 2016 г. до 66,7 ц/га в 2018 г.), а стабильной урожайностью – при посеве семенами фракции Р 2.5 (от 59,2 ц/га в 2018 г. до 63,9 ц/га в 2016 г.) (табл. 2).

Стабильная урожайность зерна при посеве во II декаде сентября отмечена на варианте СВ 3 (от 47,5 ц/га в 2018 г. до 54,3 ц/га в 2015 г.). Наибольшее влияние условия вегетации оказывали на урожайность на варианте посева семенами Р 2.5, (69,8 ц/га в 2015 г., в 2016 и 2018 гг. – соответственно 38,6 и 38,8 ц/га).

При посеве в III декаде сентября мы ежегодно отмечали снижение урожайности по сравнению с более ранними сроками сева.

На всех вариантах опыта наибольшая урожайность зерна отмечена в 2015 г. (от 48,6 ц/га на варианте СВ 4 до 57,5 ц/га на варианте Р 3). На вариантах Р 2.2, СВ 2, СВ 3, САД 2, САД 3 наименьшей урожайность была в 2016 г., на вариантах Р 2.5, Р 3, СВ 1 и СВ 4 в 2016 и 2018 гг. урожайность зерна была одинаковой.

Таблица 2. Урожайность озимой пшеницы в зависимости от срока посева и вариантов калибрования семян, ц/га

Вариант	Срок посева семян								
	I декада сентября			II декада сентября			III декада сентября		
	2015 г.	2016 г.	2018 г.	2015 г.	2016 г.	2018 г.	2015 г.	2016 г.	2018 г.
К	56,9	47,5	60,0	57,3	40,6	45,0	57,3	29,9	40,0
Р 2.2	60,7	53,4	58,3	60,6	47,8	42,5	51,8	32,3	42,3
Р 2.5	61,8	63,9	59,2	69,8	38,6	38,8	53,4	36,8	35,8
Р 3	60,2	45,3	60,8	61,3	40,0	41,3	57,5	33,8	34,0
СВ 1	60,9	44,3	56,7	58,9	44,8	45,8	55,0	36,8	38,3
СВ 2	58,2	40,1	61,7	59,8	41,8	44,2	51,5	30,0	33,3
СВ 3	60,2	56,3	53,8	54,3	51,0	47,5	57,3	30,2	35,0
СВ 4	64,8	58,9	66,7	48,8	41,6	41,3	48,6	34,3	36,0
САД 2	62,3	51,4	55,8	66,7	52,9	47,5	55,9	31,1	35,5
САД 3	64,3	54,6	62,5	67,5	48,8	42,5	54,3	29,5	38,3

Знание адаптивных свойств сорта и семян позволяет выбрать оптимальную технологию возделывания культуры.

По результатам расчета показателя гомеостатичности (Ном) было установлено, что посев семенами фракции СВ 1 обеспечивает наиболее высокие гомеостатичные свойства сорта, поскольку при достаточно высокой урожайности зерна отмечена меньшая ее изменчивость при разных условиях выращивания (табл. 3).

При посеве семенами вариантов Р 2.2, СВ 1, СВ 3 и САД 2 отмечена высокая гомеостатичность, которая была обусловлена разными составляющими её элементами: на варианте Р 2.2 – густотой продуктивного стеблестоя, СВ 1 – числом колосков колоса главного побега, озерненностью колосьев всех побегов, СВ 3 – числом колосков главного колоса главного побега и числом зерен побега кущения.

На варианте САД 2 многие элементы структуры урожайности (длина колоса главного побега, масса 1000 зерен главного побега и побегов кущения) значительно изменяются, однако показатель гомеостатичности урожайности был достаточно высоким. Возможно, это объясняется тем, что снижение одних элементов продуктивности компенсировалось увеличением других.

Таблица 3. Показатель гомеостатичности (Ном) урожайности и её элементов у сорта озимой пшеницы АЛАЯ ЗАРЯ

Вариант	Урожайность, ц/га	Масса зерна растения, г	Густота продуктивного стеблестоя, шт/м <sup>2</sup>	Высота, см	Длина колоса, см	Число колосков колоса главного побега, шт.	Число зерен главного побега, шт.	Число зерен побега кущения, шт.	Масса 1000 зерен главного побега, г	Масса 1000 зерен побегов кущения, г
К	280,1	12,0	1747,4	1014,1	79,0	244,2	172,5	83,4	328,8	269,1
Р 2.2	327,2	12,9	2410,2	1122,3	78,5	207,0	157,7	70,4	299,2	221,4
Р 2.5	227,4	11,0	2391,9	986,4	76,5	168,6	137,4	71,8	303,2	240,3
Р 3	255,0	9,1	2096,0	1041,4	89,5	223,0	165,9	86,0	273,4	194,6
СВ 1	350,4	10,5	1751,3	1054,8	79,2	230,3	178,3	103,4	363,5	277,2
СВ 2	257,5	11,4	1922,7	1014,2	87,8	235,0	161,1	91,7	333,8	242,3
СВ 3	305,6	12,0	1539,9	959,4	84,1	247,9	138,4	99,9	272,3	221,2
СВ 4	221,0	14,9	1775,0	842,2	78,9	209,2	124,3	96,5	332,8	244,1
САД 2	320,4	10,2	1746,3	1005,2	71,1	198,2	136,0	75,4	275,3	198,9
САД 3	232,7	12,9	1538,9	990,2	75,8	200,1	136,6	74,8	300,3	201,4

Посевы семян с высоким коэффициентом регрессии показателя урожайности характеризуются высокой отзывчивостью на условия вегетации и предназначены, по нашему мнению, для выращивания по интенсивной технологии. К таким посевам можно отнести вариант СВ 4, изменчивость урожайности которого обусловлена густотой продуктивного стеблестоя, озерненностью колоса главного побега и крупностью зерен. Высокая отзывчивость на условия вегетации на варианте САД 3 обусловлена озерненностью колосьев всех побегов и крупностью зерен побегов кущения, на варианте Р 2.5 – озерненностью колоса главного побега, а также числом зерен колосьев побегов кущения (табл. 4).

Низкая отзывчивость на условия вегетации отмечена на вариантах Р 2.2 (0,92), СВ 1 (0,86), СВ 3 (0,94). Невысокие показатели отзывчивости на варианте Р 2.2 сформировались за счет густоты продуктивного стеблестоя и озерненности колосьев, на варианте СВ 1 – за счет озерненности и крупности зерен колоса главного побега, на варианте СВ 3 – за счет озерненности колосьев побегов кущения.

Таблица 4. Коэффициент регрессии (Ri) урожайности и её элементов у сорта озимой мягкой пшеницы АЛАЯ ЗАРЯ

Вариант	Урожайность, ц/га	Масса зерна растенья, г	Густота продуктивного стеблестоя, шт/м <sup>2</sup>	Высота, см	Длина колоса, см	Число колосков колоса главного побега, шт.	Число зерен главного побега, шт.	Число зерен побега кущения, шт.	Число зерен растенья, шт.	Масса 1000 зерен главного побега, г	Масса 1000 зерен побегов кущения, г
К	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Р 2.2	0,92	0,92	0,76	0,90	0,92	1,07	0,87	0,99	0,76	1,02	1,15
Р 2.5	1,28	1,25	0,73	0,97	0,97	1,38	1,21	1,11	0,98	0,97	1,10
Р 3	1,12	1,42	0,93	0,96	0,87	1,04	0,99	0,91	0,80	1,19	1,44
СВ 1	0,86	1,46	0,81	0,88	0,92	1,01	0,99	0,82	0,90	0,87	1,01
СВ 2	1,08	1,43	0,84	0,97	0,85	0,99	1,11	0,85	1,03	1,03	1,17
СВ 3	0,94	1,10	0,81	0,99	0,90	0,91	1,09	0,69	0,85	1,11	1,18
СВ 4	1,40	0,95	1,08	1,12	0,94	1,13	1,28	0,80	0,86	1,03	1,12
САД 2	1,03	1,37	0,96	1,01	1,08	1,17	1,21	0,99	0,95	1,21	1,27
САД 3	1,33	1,14	0,97	0,96	0,98	1,12	1,22	1,20	1,00	1,06	1,26

Таким образом, адаптивные свойства сорта, согласно нашим данным, зависят от размера семян и варианта их калибрования, что необходимо учитывать при выборе технологии выращивания озимой пшеницы, особенно в семеноводстве. При интенсивных технологиях выращивания высокую отзывчивость озимой пшеницы на условия вегетации обеспечивают посевами семенами следующих фракций: Р 2.5 (решета); САД 3 (сепаратор аэродинамический), СВ 4 (сепаратор безрешетный). При органическом земледелии либо при отсутствии возможности использовать интенсивные технологии предпочтение следует отдавать семенам фракций Р 2.2 (решета), САД 2 (сепаратор аэродинамический), СВ 1, СВ 3 (сепаратор безрешетный).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. При оценке влияния калибрования семян на морфобиологические признаки и свойства растений озимой мягкой пшеницы в лесостепи ЦЧР с использованием метода многофакторного дисперсионного анализа доказано достоверное влияние факторов «фракция» и взаимодействие факторов «фракция×год» на:

- посевные качества семян (энергия прорастания и лабораторная всхожесть);

- морфологические признаки (длина и масса проростков, энергия осеннего и весеннего кущения, длина конуса нарастания);

- элементы структуры урожайности (число продуктивных побегов, высота растения, длина колоса главного побега, число колосков, зерен и масса 1000 зерен колоса главного побега, продуктивность растения);

- урожайность зерна.

2. На всех вариантах опыта, когда под влиянием условий вегетации происходит увеличение массы 1000 зерен, уменьшается длина и масса проростков, а также глубина залегания узла кущения, особенно на вариантах, где растения формируются из семян крупных фракций. На вариантах, где калибрование проводилось по геометрическим параметрам (Р 3, СВ 3, СВ 4), снижаются также посевные качества семян.

3. Калибрование позволяет разделять партию семян на фракции, при посеве которых растения озимой пшеницы различаются по сопряженности хозяйственных признаков:

- вариант СВ 4 – выявлена отрицательная связь числа побегов кущения в период осеннего развития со всеми элементами продуктивности побега кущения и массой зерна растения (от  $r=-0,13$  до  $r=-0,50$ ); глубины залегания узла кущения с элементами продуктивности (от  $r=-0,12$  до  $r=-0,50$ );

- варианты Р 2.2 ( $r=0,89$ ), Р 2.5 ( $r=0,68$ ) СВ 1 ( $r=0,73$ ) – положительная связь между числом побегов в фазе выхода в трубку с числом неразвитых колосков колоса главного побега; отрицательная связь с числом зерен колоса главного побега Р 2.2 ( $r=-0,74$ ), Р 2.5 ( $r=-0,74$ ), СВ 1 ( $r=-0,60$ ); с массой зерна главного побега Р 2.2 ( $r=-0,75$ ), Р 2.5 ( $r=-0,70$ ), СВ 1 ( $r=-0,60$ );

- Р 3 – тесная положительная связь ( $r=0,80$ ) длины конуса нарастания в фазе весеннего кущения с числом зерен колоса побегов кущения;

4. Стабильным коэффициентом осеннего кущения (от 5,8 до 6,6 шт.) озимая пшеница характеризуется при посеве семян варианта СВ 3 в I декаде сентября.

5. Независимо от условий года и срока посева стабильно высокая масса 1000 зерен (не менее 40 г) колоса главного побега

формируется у озимой пшеницы при посеве семян на варианте калибрования СВ 4.

6. Степень влияния на продуктивность отдельных ее элементов зависела от варианта калибрования семян. Большее значение имели: на вариантах Р 3 и Сад 2 – число и крупность зерен всех побегов; на вариантах СВ 1, СВ 2, Р 2.5, САД 3 – число зерен всех побегов и масса 1000 зерен побегов кущения; на вариантах Р 2.2 и СВ 3 – число и крупность зерен побегов кущения; на варианте СВ 4 – озерненность колосьев побегов кущения и крупность зерен всех побегов.

7. Ежегодно при рекомендуемом в ЦЧР сроке посева озимой мягкой пшеницы в I декаде сентября достоверно высокой урожайностью характеризовался вариант при посеве семенами фракции СВ 4 (от 58,9 ц/га в 2016 г. до 66,7 ц/га в 2018 г.), а стабильной урожайностью – при посеве семенами фракции Р 2.5 (от 59,2 ц/га в 2018 г. до 63,9 ц/га в 2016 г.);

- при посеве во II декаде сентября ежегодно бóльшая урожайность формируется на варианте при посеве семенами фракции СВ 3 (от 47,5 ц/га в 2018 г. до 54,3 ц/га в 2015 г.) и САД 2 (от 47,5 ц/га в 2018 г. до 66,7 ц/га в 2015 г.);

- при позднем сроке сева – в III декаде сентября, независимо от варианта калибрования, в типичные для региона годы (2016 и 2018 гг.), урожайность зерна снижалась (от 29,5 ц/га при посеве на варианте САД 3 в 2016 г. до 42,3 ц/га на варианте Р 2.2 в 2018 г.), в связи с чем рекомендовать поздний срок посева (в конце сентября) в условиях региона можно только в случаях, обусловленных погодными условиями.

8. Установлено, что густота продуктивного стеблестоя формируется на посевах семян вариантов калибрования Р 2.2, Р 3, СВ 2, СВ 4, САД 3 за счет числа растений на единице площади; на вариантах Р 2.5, СВ 1, СВ 3, САД 2 – за счет продуктивного кущения, что необходимо учитывать при семеноводстве озимой пшеницы в условиях ЦЧР.

9. Доказана достоверность влияния размера семян и способа их калибрования на адаптивные свойства сорта. Высокой отзывчивостью на условия вегетации характеризуются семена озимой пшеницы при следующих вариантах калибрования: Р 2.5 ( $R_i=1,28$ ); САД 3 ( $R_i=1,40$ ), СВ 4 ( $R_i=1,33$ ), а гомеостатичностью – при посеве на вариантах Р 2.2, САД 2, СВ 1, СВ 3.

10. При производстве оригинальных семян сортов озимой мягкой пшеницы для реализации потенциала семенной продуктивности рекомендуется такой технологический прием как калибрование семян, что позволяет корректировать приемы технологии возделывания культуры с учетом используемых для посева семян разных фракций.

## **ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПЕРВИЧНОГО СЕМЕНОВОДСТВА**

1. На посевах тех вариантов калибрования, где обнаружена положительная связь числа побегов кущения в осенний период развития с элементами продуктивности (Р 2.2, Р 3, САД 3, СВ 1, СВ 3), необходимо создавать условия, способствующие кущению растений озимой пшеницы, а на посевах, где у растений существует отрицательная связь числа побегов с продуктивностью (варианты Р 2.5 и СВ 4), необходимо крайне осторожно использовать агротехнические приемы, способствующие увеличению коэффициента осеннего кущения.

При использовании для посева семян тех вариантов, на которых у растений установлена положительная связь числа побегов кущения в весенний период развития с элементами продуктивности (Р 2.5, Р 3, САД 2, СВ 2, СВ 3), необходимо весной создавать условия, обеспечивающие кущение, в отличие от посевов вариантов калибрования, где отмечена отрицательная связь числа побегов кущения с элементами продуктивности (варианты Р 2.2, САД 3, СВ 1).

2. При вынужденном смещении срока сева на конец сентября целесообразно использовать на посев семена озимой пшеницы тех вариантов калибрования, где у растений существует отрицательная связь высоты с продуктивностью (Р 2.2, Р 2.5, СВ 4, САД 2, САД 3), что позволит предотвратить снижение урожайности зерна.

3. Высокой отзывчивостью на условия вегетации характеризуется озимая пшеница на вариантах калибрования Р 2.5 (решета); САД 3 (сепаратор аэродинамический) и СВ 4 (сепаратор безрешетный), их целесообразно использовать при выращивании культуры по интенсивной технологии.

4. Для органического земледелия рекомендуется использовать семена вариантов калибрования Р 2.2 (решета), САД 2 (сепаратор аэродинамический) СВ 1 и СВ 3 (сепаратор безрешетный), посеvy которых характеризуются высокой гомеостатичностью.

## **СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

### **Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ**

1. Голева Г.Г. Роль метеофакторов в осеннем кущении пшеницы в лесостепи ЦЧР / Г.Г. Голева, Т.Г. Ващенко, Ю.А. Батлук, В.И. Пушкарёва, А.Д. Голев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2015. – № 1 (44). – С. 16-23.

2. Пушкарёва В.И. Разнокачественность семян озимой пшеницы при разных способах их калибровки / В.И. Пушкарёва, Г.Г. Голева, Т.Г. Ващенко, А.Д. Голев // Сахарная свекла. – 2019. – № 7. – С. 36-38.

3. Голева Г.Г. Кущение как фактор формирования продуктивности озимой пшеницы в Центральном Черноземье / Г.Г. Голева, Т.Г. Ващенко, В.И. Пушкарёва, А.Д. Голев // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2019. – № 80. – С. 86-92.

### **Работы в изданиях, входящих в международные реферативные базы данных и систему цитирования Scopus**

4. Pushkareva V.I. Assessment of ecological properties of winter wheat seeds / V.I. Pushkareva, G.G. Goleva, T.G. Vashchenko, T.P. Fedulova, A.D. Golev, V.A. Ivannikov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 6th International Conference on Agriproducts Processing and Farming. – 2020. – P. 012031.

### **Статьи в сборниках и материалах конференций**

5. Пушкарёва В.И. Посевные качества семян озимой пшеницы в зависимости от их удельного веса и размера / В.И. Пушкарёва, А.И. Ильина // Сб. науч. трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. – 2016. – Т. 1. – № 9. – С. 173-176.

6. Shakurova S.H. The influence of particle size and dunit wigt on showing qualities of seeds winter wheat cultivar ALAYA ZARYA / S.H. Shakurova, V.I. Puchkareva, G.G. Goleva // Актуальные проблемы аграрной науки, производства и образования: материалы II Межд. заочной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов на иностранных языках. – Воронеж. – 2016. – С. 84-88.

7. Пушкарёва В.И. Посевные свойства семян озимой пшеницы сорта АЛАЯ ЗАРЯ при их фракционировании / В.И. Пушкарёва, А.И. Ильина, Г.Г. Голева, А.Д. Голев // Инновационные технологии и технические средства для АПК: материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. – 2016. – С. 54-59.

8. Шакурова С.Х. Влияние срока посева и размера семян на энергию кущения растений озимой пшеницы сорта АЛАЯ ЗАРЯ / С.Х. Шакурова, В.И. Пушкарёва, Г.Г. Голева // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 67-й студенческой научной конференции. – 2016. – С. 176-180.

9. Голева Г.Г. Конус нарастания как критерий оценки зимостойкости при селекции озимой мягкой пшеницы в ЦЧР / Г.Г. Голева, Т.Г. Ващенко, В.И. Пушкарёва // Актуальные проблемы агротехнологий XXI века и концепции их устойчивого развития: материалы национ. заочной научно-практической конференции; ФГБОУ ВО "Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I". – 2016. – С. 3-14.

10. Пушкарёва В.И. Продуктивная кустистость озимой мягкой пшеницы сорта АЛАЯ ЗАРЯ при фракционировании зерна / В.И. Пушкарёва, Г.Г. Голева, А.Д. Голев // Агротехнологии XXI века: материалы Межд. научно-практической конференции, посвященной 105-летию Воронежского государственного аграрного университета. – 2017. – С. 154-158.

11. Голева Г.Г. Густота продуктивного стеблестоя как элемент структуры урожая озимой пшеницы / Г.Г. Голева, Т.Г. Ващенко, В.И. Пушкарёва, А.Д. Голев // Актуальные проблемы агрономии современной России и пути их решения: материалы Межд. научно-практической конференции, посвященной 105-летию факультета агрономии, агрохимии и экологии. – 2018. – С. 23-31.

12. Pushkareva V.I. Features of formation of winter wheat of cultivar ALAYA ZARYA productivity elements / V.I. Pushkareva, G.G. Goleva, Ya.V. Hromyh, A.D. Golev // Материалы IV Межд. научно-практической конференции молодых ученых и специалистов (на иностранных языках). – 2018. – С. 9-14.

13. Пушкарёва В.И. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от сроков посева и фракций семян в условиях лесостепи ЦЧР / В.И. Пушкарёва, В.Д. Новгородова, Г.Г. Голева // Инновационные решения молодых ученых в аграрной науке: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – 2019. – С. 61-65.

14. Голева Г.Г. Селекция озимой пшеницы в Центральном Черноземье РФ / Г.Г. Голева, Т.Г. Ващенко, Н.Т. Павлюк, В.В. Знаменская, В.И. Пушкарёва, Т.П. Федулова, А.Д. Голев, А.В. Иванников // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2019. – № 1. – С. 45-49.

15. Пушкарёва В.И. Влияние срока посева и размера семян на осеннее кущение озимой пшеницы / В.И. Пушкарёва, Г.Г. Голева, Т.Г. Ващенко, А.Д. Голев // Современные научно-практические основы агротехнологий в сельскохозяйственном производстве. Мат-лы межд. научно-практической конференции. – 2019. – С. 47-53.

Подписано в печать 16.11.2020. Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>  
Бумага кн.-журн. Гарнитура Таймс.  
П. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ № 21276

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Воронежский государственный аграрный университет  
имени императора Петра I»  
Типография ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ.  
394087, Воронеж, ул. Мичурина, 1